

Efeito da densidade e do sítio sobre as curvas de distribuição diamétrica em Bracatingais Nativos (*Mimosa scabrella* benth.) da região metropolitana de Curitiba

Density and site effects on diameter distribution curves of native *Mimosa scabrella* benth. stands in the Curitiba metropolitan region

Sebastião do Amaral Machado¹

Alexandra Consuelo de Plácido Silva Bartoszeck²

Afonso Figueiredo Filho³

Edilson Batista de Oliveira⁴

Resumo

A presente pesquisa objetivou estudar o comportamento das curvas de distribuição diamétrica com relação à densidade inicial e ao sítio de diferentes idades em povoamentos nativos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), localizados nos municípios da região metropolitana de Curitiba. Os dados utilizados provieram de um experimento de densidades iniciais, delineado em blocos ao acaso, constituídos de cinco blocos e quatro tratamentos, perfazendo um total de 20 parcelas, que foram remedidas às idades aproximadas de 4; 5; 6 e 7,5 anos. A densidade inicial de 25000 árvores por hectare em média sofreu redução para 2000, 4000 e 8000 árvores por hectare quando o povoamento tinha um ano de idade. Deixaram-se também as parcelas testemunhas em cada bloco. Desses cinco blocos, um estava localizado na classe de sítio I, dois na classe de sítio II e outros dois na classe de sítio III. Dentre as funções de densidade de probabilidade testadas, a S_B de Johnson foi a

1 Ph.D. Engenheiro Florestal; Prof. Sênior do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Email: samachado@ufpr.br

2 M.Sc.; Engenheira Florestal; Email: profalexandra@yahoo.com.br

3 Ph.D.; Engenheiro Florestal; Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Email: afonso@irati.unicentro.br

4 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA; Email: edilson@cnpf.embrapa.br

Recebido para publicação em 17/04/07 e aceito em 06/10/07

Ambiência Guarapuava, PR v.4 n.1 p.37-50 Jan./Abr. 2008 ISSN 1808 - 0251

de melhor desempenho, sendo portanto, utilizada para a estimativa do número de árvores por hectare e por classe diamétrica para a construção das curvas de distribuição diamétrica para as diferentes combinações de idade, sítio e densidades testadas. Evidenciou-se que as curvas se deslocam ligeiramente para a direita nos sítios mais produtivos e para os de menores densidades iniciais. As curvas foram então comparadas analiticamente entre si pelo teste do qui-quadrado (χ^2), o qual revelou a existência de diferenças significativas entre as curvas de distribuição diamétrica em diferentes sítios e densidades iniciais.

Palavras-chave: Manejo florestal; estrutura diamétrica; índice de sítio; função SB.

Abstract

The research objective has been to study the behavior of diameter distribution curves in relation to initial density And to different age sites in native stands of “bracatinga” (*Mimosa scabrella* Benth.) located in the Metropolitan Region of Curitiba, State of Parana, Brazil. The data came from a na initial density experiment, designed in randomized blocks, formed by five blocks and four treatments, in a total of 20 plots (325 m²) re-measured at the approximate ages of 4, 5, 6 and 7.5 years. The initial density of about 25000 trees per hectare was reduced to 2000, 4000, 8000 trees per hectare when the stands were one year old. Each stand featured control plots without any treatment. Provided these five blocks, one was located on site I class, two were on site II class and two on site III class. Among the tested distribution functions, the Johnson’s SB had the best performance, being then utilized to estimate the number of trees per hectare by diameter class for constructing the diameter distribution curves for the different combinations of age, site and density tested. It was verified that curves tended lightly to the right at the most productive sites and at the lowest initial densities. The curves were analytically compared by the chi-square test (χ^2). This test revealed the existence of significant differences among the diameter distribution curves at different sites and different initial densities.

Key words: Forest management; diameter structure; site index; SB function.

Introdução

A bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth.) é uma espécie pioneira de ciclo curto, vivendo no máximo 30 anos de idade. Após a derrubada da floresta e principalmente após a queima dos resíduos, a bracatinga regenera-se em profusão formando um povoamento quase puro que pode apresentar até 100000 plantas por hectare em seu primeiro ano de vida. A mortalidade é altíssima e aos sete anos de idade (idade de rotação da espécie) não existem mais que 5000, porém normalmente, permanecem entre 3000 a 4000 plantas por hectare. Seu crescimento é, também, muito rápido e sua dinâmica é intensa. Em seu processo sucessional, a bracatinga vai dando lugar a inúmeras outras espécies.

Na região metropolitana de Curitiba, a bracatinga cobre de 50000 a 60000 hectares (TONON, 1998), sendo manejada desde o início do século 20, sob um sistema tradicional de corte raso. Neste sistema, após o corte, faz-se a queima e logo em seguida, no primeiro ano, o cultivo de milho e feijão e na seqüência, ocorre o pousio até por volta dos 7 anos de idade, quando novamente, realiza-se o corte raso. Esse método de manejo tradicional usado pela maioria dos produtores rurais e fornecedores de lenha, madeira para construção, varas para escoras e outros usos domésticos, necessita ser melhorado. Para que isto aconteça é necessário que se desenvolvam pesquisas de diversas naturezas para que se conheça melhor a espécie, seus hábitos, seu desenvolvimento e sua dinâmica em relação aos diversos fatores que afetam o crescimento dessa espécie.

Numa primeira parte desta pesquisa, desenvolveu-se um estudo investigando o uso das funções de densidade probabilística para o ajuste da distribuição diamétrica para a bracatinga nas diferentes fases de seu desenvolvimento, em povoamentos nativos cobrindo diversos sítios e densidades iniciais (BARTOSZECK, 2000).

Segundo a literatura florestal existente, o crescimento em diâmetro tende a aumentar com o aumento da idade e qualidade do sítio, porém tende a reduzir-se com o aumento da densidade inicial ou presente. De acordo com Tonon (1998), o ritmo de mortalidade natural em bracatingais nativos é muito intenso nos primeiros anos de vida do povoamento, sendo ligeiramente afetado pela classe de sítio e muito influenciado pela densidade inicial. Essa mesma autora, ao estudar o comportamento da mortalidade, observou que para o tratamento com redução para 2000 plantas por hectare, aos 7 anos de idade, tem-se aproximadamente 1200 árvores remanescentes, o tratamento de redução para 4000 plantas por hectare apresenta em torno de 2000; no tratamento de 8000 plantas por hectare remanescem próximo de 2500 e no tratamento testemunha que a um ano de idade tinha em média 25000 plantas por hectare, aos 7 anos apresenta em torno de 3000 árvores remanescentes por hectare .

Com o aumento do diâmetro e a redução drástica do número de árvores por hectare, as curvas de distribuição diamétrica tendem a se deslocar para a direita, tornando-se mais achatadas à medida em que o povoamento envelhece, com ligeira influência do sítio. Estes efeitos foram comprovados em pesquisas de Machado et al (1990) para plantações

de *Pinus taeda* no Estado do Paraná e Scolforo (1990) para *Pinus caribaea* em São Paulo. Clutter e Benett (1965) trabalhando com *Pinus elliottii* nos Estados Unidos observaram que a distribuição diamétrica variou em função da idade, do índice de sítio e da densidade inicial.

O objetivo desta pesquisa foi estudar os efeitos do sítio e da densidade sobre a curva de distribuição diamétrica de bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba.

Materiais e Métodos

Base de dados

Os dados utilizados provieram de um experimento de densidades delineado em blocos ao acaso, constituído de 5 blocos e 4 tratamentos, perfazendo um total de 20 parcelas permanentes com área 325 m² cada uma, as quais foram remedidas 4 vezes às idades aproximadas de 4; 5; 6 e 7,5 anos. A densidade inicial de 25000 árvores por hectare em média, foi reduzida para 2000, 4000 e 8000 árvores por hectare, quando a população tinha um ano de idade. As testemunhas não sofreram nenhum tratamento. Desses cinco blocos, um estava localizado na classe de sítio I, dois na classe II e dois na classe III de acordo com a classificação de Machado et al (1997), rearranjada por Tonon (1998).

Análise dos efeitos de sítio e da densidade

Após a escolha da função S_B de Johnson que foi a de melhor ajuste (BARTOSZECK, 2000), foram

construídas tabelas de freqüências por hectare em classes de diâmetro com amplitude de 1 cm. Posteriormente, foram traçadas curvas de distribuição diamétrica abrangendo os vários sítios e densidades. Para comparar as curvas, aplicou-se o teste estatístico qui-quadrado (χ^2), obtido pela expressão:

Expressão

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(ni \hat{f}_i - ni F_i)^2}{ni F_i}$$

onde:

\hat{f}_i - probabilidade observada da classe i ;

F_i - probabilidade calculada da classe i ;

n - freqüência;

ni - freqüência da classe i .

As classes com freqüências inferiores a cinco árvores por hectare foram agrupadas com as classes subseqüentes para a aplicação do teste. Foram utilizados os níveis de significância de 1%.

Assimetria e curtose

As medidas de assimetria e curtose foram utilizadas para descrever as formas e a evolução das curvas de distribuição para as várias densidades e sítios. Assimetria é o grau de desvio ou afastamento de uma distribuição de freqüência em relação à curva normal. A distribuição é considerada simétrica se a média aritmética, moda e mediana forem iguais. Neste caso, o coeficiente de assimetria de Pearson é igual a zero. A distribuição de freqüência é assimétrica quando a média, mediana e a moda recaírem em pontos diferentes da distribuição, sendo o deslocamento

dos pontos para a direita ou para a esquerda. Se uma curva de frequência de uma distribuição tem uma “cauda” mais longa à direita da ordenada máxima do que à esquerda, diz-se que a distribuição é assimétrica para a direita, ou que ela tem assimetria positiva. Se ocorrer o inverso, a assimetria é negativa, ou seja, a distribuição é assimétrica para a esquerda (PEREIRA e TANAKA, 1990; SPIEGEL, 1993; CRESPO, 1998).

Portanto, em distribuições assimétricas, tem-se:

- assimetria à direita ou positiva se: moda < mediana < média aritmética

- assimetria à esquerda ou negativa se: moda > mediana > média aritmética

Se o coeficiente de assimetria, em módulo, estiver entre 0,15 e 1, a assimetria é considerada moderada e se o mesmo for maior que 1 a assimetria é forte.

Já a curtose é o grau de achatamento ou elevação relativa de uma distribuição, considerado usualmente em relação à distribuição normal. Para a curva normal, o coeficiente de curtose será zero e se este for positivo a distribuição é mais elevada e se for negativo indicará uma curva mais achatada.

Crespo (1998), Pereira e Tanaka (1990) definiram três tipos de curvas em relação à curtose:

- leptocúrtica é a distribuição que tem um pico relativamente alto, com excesso negativo, ou seja, coeficiente de curtose < 0,263.

- platicúrtica é a curva que apresenta um topo mais achatado, com excesso positivo, isto é, coeficiente de curtose > 0,263.

- mesocúrtica é a curva intermediária, com coeficiente de curtose = 0,263.

Resultados e Discussão

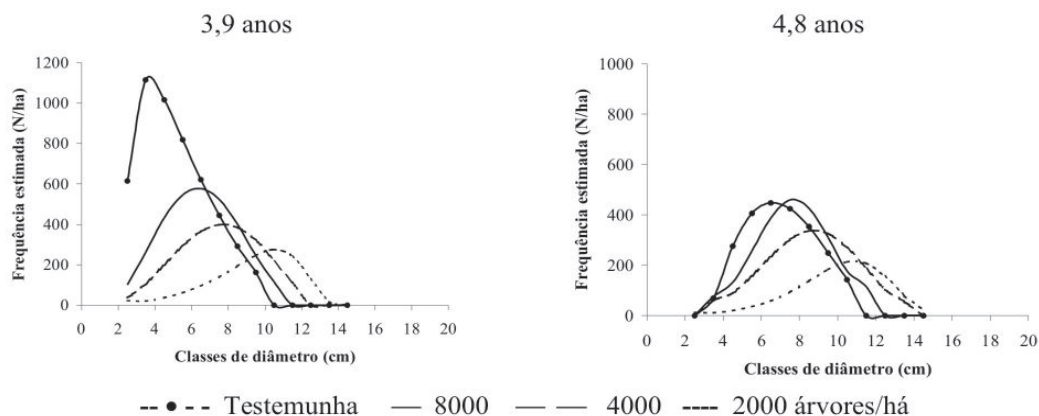
Análise do efeito densidade sobre a distribuição diamétrica

Foram traçadas as curvas de distribuição diamétrica usando a função S_B para as diferentes densidades nas várias idades e sítios. Ao se avaliar o efeito da densidade na distribuição diamétrica, observou-se que esta avaliação deve ser feita dentro de um mesmo sítio e de uma mesma idade a cada vez.

A evolução das curvas em relação aos tratamentos de densidade inicial revelou uma amplitude diamétrica relativamente maior para densidades menores. Evidenciou-se uma assimetria negativa nas curvas de densidade 2000 e 4000 árvores/ha para as duas idades do sítio I. No entanto, para as outras densidades as curvas apresentaram assimetrias à direita (Figura 1). Observou-se que o achatamento (curtose) vai aumentando da maior para a menor densidade. Para o tratamento de 2000 árvores/ha as curvas são platicúrticas, visto que a redução da densidade inicial é mais drástica. Para as demais densidades as curvas são leptocúrticas. Além disso, todas as curvas apresentaram assimetria moderada com coeficiente de assimetria variando entre 0,15 e 1 (BARTOSZECK, 2000).

Na figura 2, verifica-se uma assimetria negativa para as densidades 2000 árvores/ha e 4000 árvores/ha, na idade 4,1 anos e para a densidade de

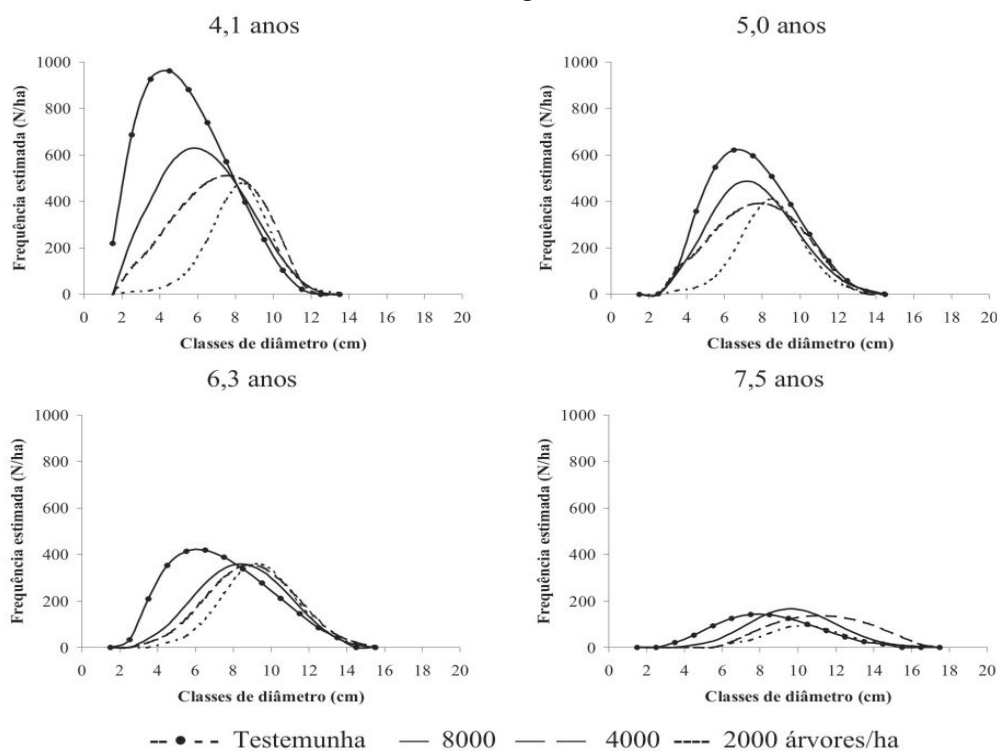
Figura 1. Evolução das freqüências estimadas por hectare no sítio I, idades de 3,9 e 4,8 anos, em função das densidades iniciais testadas.



4000 árvores/ha na idade de 5 anos. Para as outras idades, nas 4 densidades, a assimetria é positiva ou à direita. Praticamente não houve deslocamento das curvas. O efeito mais visível é para

a curtose, ou seja, o achatamento das curvas aumenta da maior densidade para a menor densidade. Estes efeitos foram confirmados pelos índices de assimetria e curtose.

Figura 2. Evolução das freqüências estimadas por hectare do sítio II, em função das densidades iniciais testadas para as idades 4,1 a 7,5 anos.



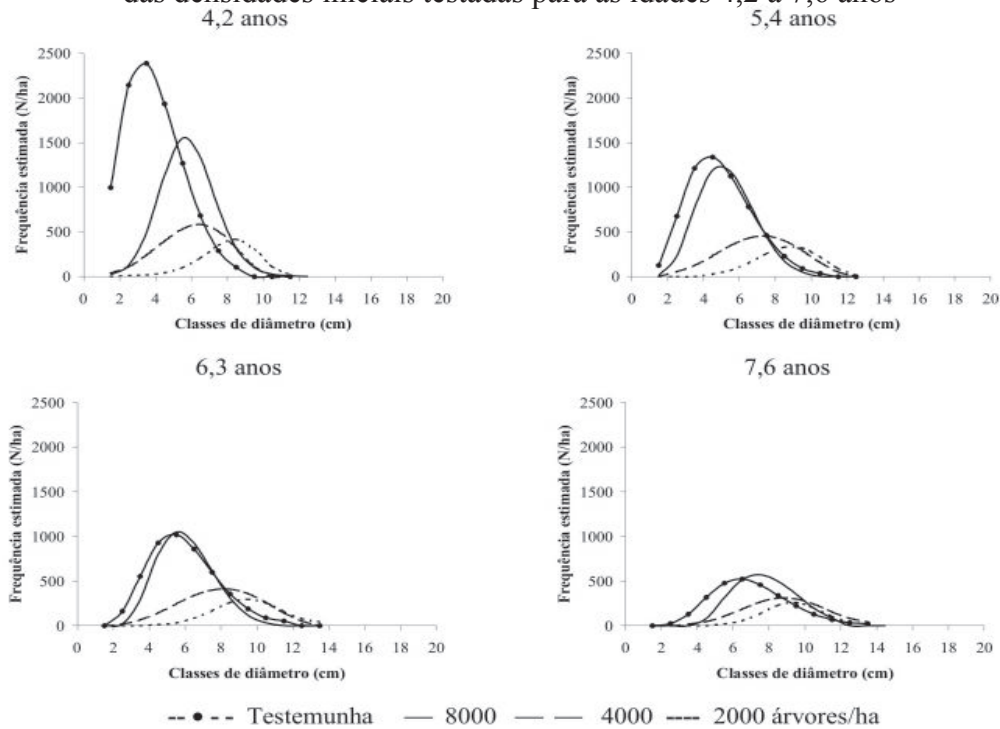
Na figura 3 pode-se verificar, também, assimetria negativa para as densidades 2000 e 4000 árvores/ha nas idades 4,2 e 5,4 anos e, para densidade de 4000 árvores/ha nas idades 6,3 e 7,6. Para as outras idades as assimetrias, também, são positivas para as 4 densidades iniciais. Simultaneamente, percebe-se um aumento da curtose da menor para a maior densidade. Com o aumento da densidade observa-se uma maior freqüência de árvores nas classes mais baixas e um decréscimo nas classes mais

ou seja, à medida em que aumentou a densidade, ocorreu um acréscimo do número de árvores nas classes inferiores e um decréscimo nas classes superiores, deslocando a curva para a esquerda.

Visualmente, verificam-se diferenças entre os quatro tratamentos. Para comprovar estas diferenças foi utilizado o teste qui-quadrado para as combinações de densidade, idades e sítios.

Os valores gerados pelo teste qui-quadrado nas várias classes (Tabelas 1, 2 e 3) evidenciam uma diferença altamente

Figura 3. Evolução das freqüências estimadas por hectare do sítio III, em função das densidades iniciais testadas para as idades 4,2 a 7,6 anos



altas, movendo a curva de distribuição para a esquerda.

Clutter e Bennett (1965) avaliando o fator densidade sobre as curvas de distribuição para *Pinus elliotii*, observaram o mesmo comportamento,

significativa entre as combinações de densidade, tendo em vista que os valores calculados desse teste estatístico foram sempre muito maiores do que os respectivos valores tabelados ao nível de significância $\alpha = 0,01$.

Tabela 1. Estimativa do número de árvores por hectare por classe diamétrica nas densidades iniciais para as idades 3,9 e 4,8 anos do sítio I

Classes de diâmetro(cm)	Idade 3,9				Idade 4,8			
	Test.	2000	4000	8000	Test.	2000	4000	8000
2,5	654,3	22,1	36,8	100,7	–	12,1	–	–
3,5	979,5	21,1	104,9	260,0	69,8	11,0	59,6	75,0
4,5	898,0	36,6	199,2	431,5	275,6	20,1	89,0	131,8
5,5	778,9	60,3	292,4	546,1	406,4	35,2	157,5	255,6
6,5	658,3	94,3	363,9	577,3	447,5	59,0	235,2	387,7
7,5	533,1	139,6	398,3	523,5	424,2	93,4	302,2	460,0
8,5	386,6	193,7	385,4	401,6	354,0	137,2	337,1	427,1
9,5	188,1	246,4	322,0	244,2	248,5	182,7	325,9	310,2
10,5	–	274,6	216,2	115,1	143,2	213,3	270,1	176,3
11,5	–	241,8	111,8	–	–	207,5	187,1	114,8
12,5	–	128,6	–	–	–	155,5	103,7	–
13,5	–	17,8	–	–	–	79,2	55,6	–
14,5	–	0	–	–	–	24,4	–	–

O comportamento das curvas de distribuição diamétrica em função da densidade foi semelhante ao obtido por Machado et al (1990) ao avaliarem o efeito da densidade na distribuição diamétrica para *Pinus taeda* no estado do Paraná. A comparação de médias por meio do teste de Tukey revelou diferenças significativas entre as densidades para o segundo e terceiro desbastes. Esses autores verificaram que com o aumento da densidade, houve um aumento do número de árvores nas classes mais baixas e um decréscimo nas classes mais altas, movendo a curva de distribuição para a esquerda.

Brandi et al (1977) encontraram resultados similares para *Eucalyptus urophylla*, onde aos 93 meses de idade a frequência das árvores, por classe de diâmetro, foi influenciada pelo espaçamento, verificando-se que nas maiores densidades iniciais, obteve-se um maior número de indivíduos por área e diâmetros médios menores.

Análise do efeito sítio sobre a distribuição diamétrica

Para avaliar o efeito do sítio sobre a distribuição diamétrica foram traçadas as curvas de distribuição com a função S_B , onde se fixou a idade e a densidade. Pode-

Tabela 2. Valores do c2 calculado envolvendo a combinação das quatro densidades iniciais nas idades 3,9 e 4,8 anos do sítio I para avaliação do fator densidade

Idade 3,9						
	Test-2000	Test-4000	Test-8000	2000-4000	2000-8000	4000-8000
χ^2	95588,7	21525,0	5732,0	1569,6	4474,5	904,5
Idade 4,8						
	Test -2000	Test -4000	Test -8000	Test -4000	2000-8000	4000-8000
χ^2	11776,7	1409,5	358,3	709,8	2226,0	705,5

Tabela 3. Número de árvores estimadas por hectare por classe diamétrica para as quatro densidades iniciais, para as idades 4,2 e 5,4, 6,3 e 7,6 anos, sítio II

Classes de diâmetro (cm)	Idade 4,2				Idade 5,4				Idade 6,3				Idade 7,6			
	Test.	2000	4000	8000	Test.	2000	4000	8000	Test.	2000	4000	8000	Test.	2000	4000	8000
	1,5	219,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	686,9	11,3	113,8	238,3	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	925,0	16,6	199,1	402,6	110,1	16,5	110,1	93,1	208,6	—	20,4	37,5	20,7	—	—	—
4,5	960,7	42,2	311,1	555,8	356,7	29,2	179,9	216,8	352,1	20,2	54,6	94,4	52,2	—	—	10,4
5,5	880,0	104,6	410,0	625,3	546,7	78,5	275,4	368,6	413,4	49,0	123,6	183,6	92,4	—	—	27,2
6,5	738,8	233,2	481,2	612,7	620,3	185,7	350,5	468,1	417,9	122,5	214,5	274,5	124,9	18,6	24,1	62,1
7,5	570,5	408,9	511,3	534,8	596,1	337,2	389,5	482,5	388,0	232,8	300,8	339,0	141,4	32,2	60,6	107,7
8,5	396,9	477,1	486,2	414,6	507,6	410,7	383,5	420,1	337,9	332,4	351,0	358,7	140,3	61,6	95,5	148,0
9,5	235,1	336,2	392,3	277,6	386,3	322,6	331,0	313,9	276,7	356,8	345,8	329,4	124,7	87,4	120,3	165,8
10,5	103,1	153,0	228,0	150,0	257,9	178,3	239,6	200,9	210,7	292,2	288,4	261,8	99,9	93,1	133,7	154,4
11,5	22,2	53,6	51,6	55,8	143,4	79,8	130,0	108,2	144,7	187,0	202,0	176,2	71,9	77,7	135,7	120,8
12,5	—	16,9	—	9,5	58,8	32,4	39,0	47,1	83,9	96,6	116,2	95,9	45,7	53,6	126,8	79,9
13,5	—	7,9	—	—	13,6	12,8	2,4	19,2	40,9	41,6	52,8	38,6	24,8	32,3	107,4	44,7
14,5	—	—	—	—	—	8,8	—	—	—	15,4	22,2	10,5	14,9	17,8	78,6	21,0
15,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,2	—	—	—	9,2	43,6	8,2
16,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,6	12,2	3,5
17,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,4	—	—

se observar que em sítios mais produtivos (sítio I) algumas curvas apresentaram uma assimetria negativa, deslocando-se para a esquerda devido ao maior crescimento diamétrico. Assim, a estabilidade do povoamento é atingida mais cedo nas classes de sítio mais produtivas. À medida que a produtividade do sítio se reduz, o desenvolvimento das árvores em diâmetro é menor, o que implica em uma freqüência observada com assimetria menos acentuada (Figuras 4 a 7).

Verificou-se um progressivo achatamento (curtose) das curvas do sítio menos produtivo para o mais produtivo, caracterizando na grande maioria curvas leptocúrticas. As curvas dos sítios menos produtivos (sítios II e III) para a densidade 2000 árvores/ha e para o sítio III em algumas parcelas com densidade 8000 árvores/ha e testemunha

(Figuras 4 a 7), caracterizam-se como platicúrticas. Ao mesmo tempo, observa-se uma assimetria negativa nas curvas para os três sítios, nas idades 3,9 e 4,1 anos e densidades 2000 e 4000 árvores/ha (Figura 4); nas idades 4,1 e 5 anos para a densidade 2000 e 4000 árvores/ha (Figura 5) e nas idades 5,4 e 6,3 nas mesmas densidades. As outras curvas apresentaram assimetrias positivas com deslocamento das mesmas para a direita. Portanto, em média, quanto melhor o sítio, mais achatadas e deslocadas à direita são as curvas.

De maneira geral, verificou-se que nos sítios mais produtivos ocorre uma maior amplitude diamétrica, que traduz um ritmo de crescimento mais intenso das árvores. No sítio menos produtivo ocorreu uma maior concentração de árvores nas menores classes de diâmetro.

Figura 4. Evolução das freqüências estimadas por hectare, em função dos sítios I, II e III, para as várias idades de medições e densidade inicial testemunha

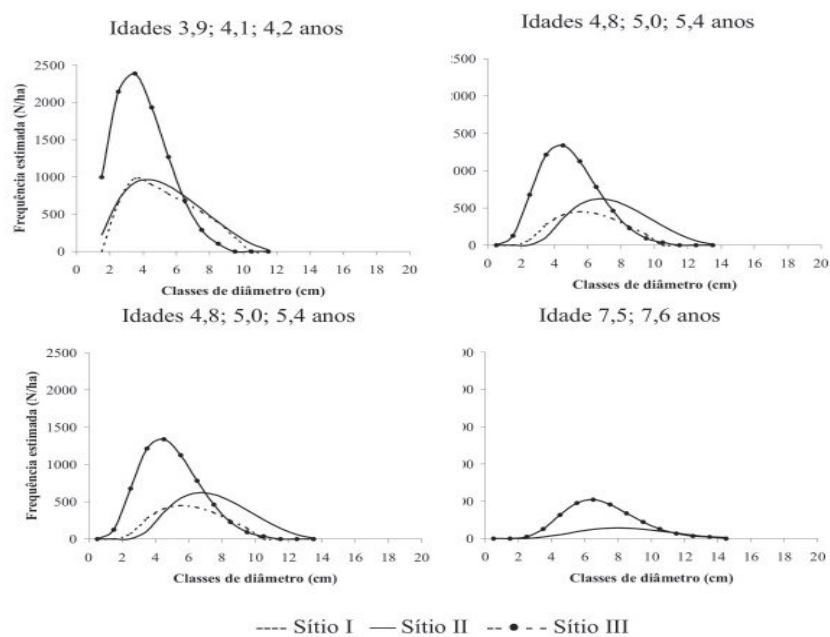


Figura 5. Evolução das freqüências estimadas por hectare nos sítios I, II e III, para as várias idades de medições e densidade inicial 2000 árv./ha

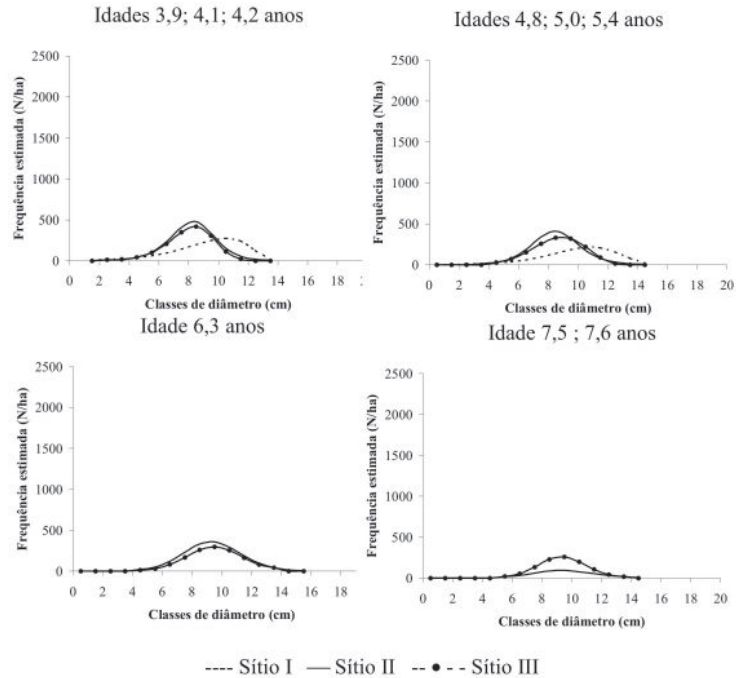


Figura 6. Evolução das freqüências estimadas por hectare nos sítios I, II e III, para as várias idades de medições e densidade inicial 4000 árv./ha

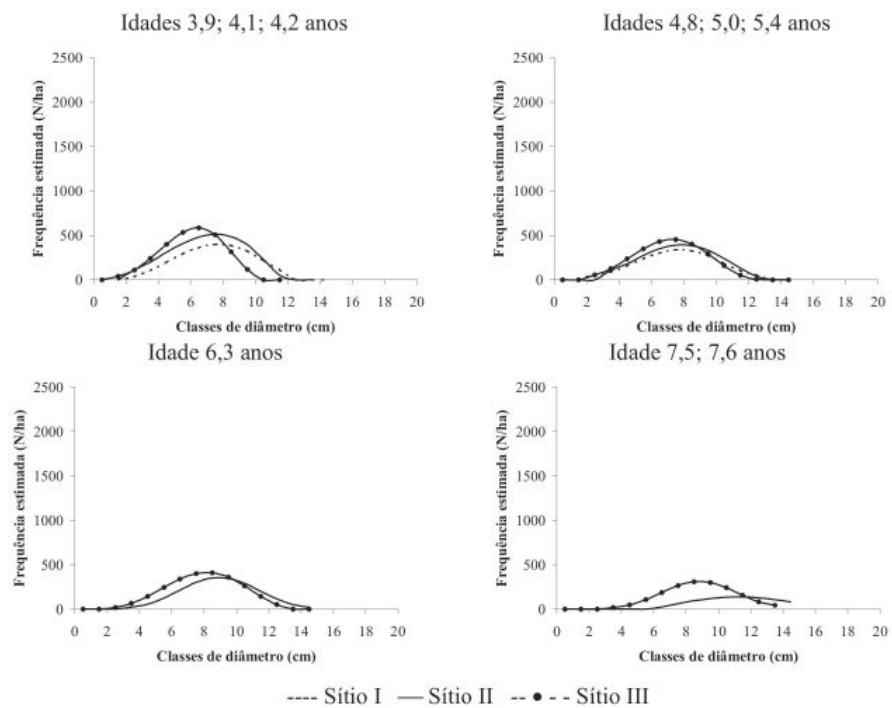
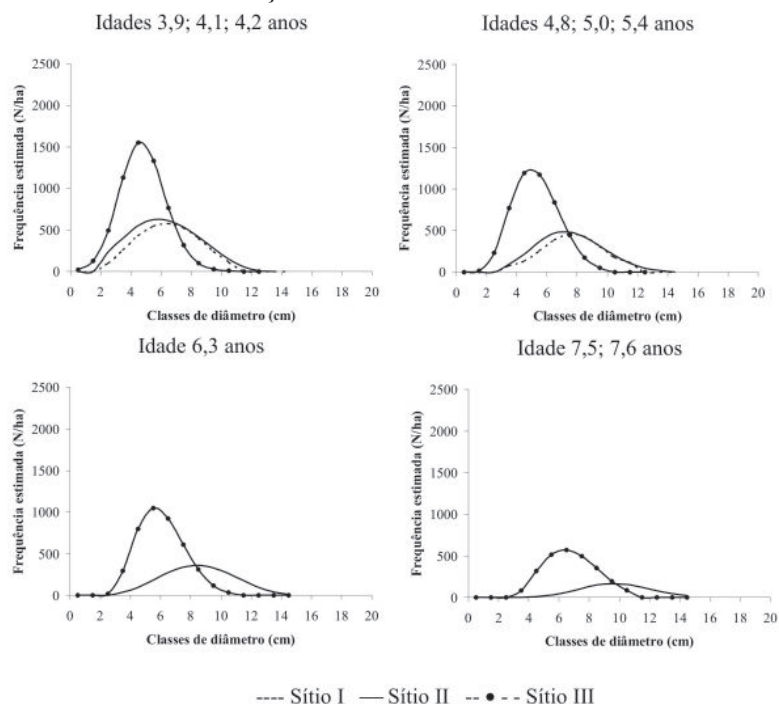


Figura 7. Evolução das freqüências estimadas por hectare nos I, II e III, para as várias idades de medições e densidade inicial 8000 árv./ha



Estes resultados estão em conformidade ao trabalho de Clutter e Benett (1965), que ao avaliarem o fator sítio sobre as curvas de distribuição diamétrica para *Pinus elliottii* constataram que o número de árvores diminuiu nas menores classes e aumentou nas maiores classes, deslocando a curva de distribuição para a direita, à medida que aumentou a qualidade de sítio.

Este mesmo comportamento foi verificado por Scolforo (1990) para povoamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 19 anos de idade para índices de sítio 25, 29 e 33, com 500 árvores/ha, onde as curvas, também, se deslocaram para a direita com a melhora do nível de produtividade.

Ao se comparar as freqüências estimadas envolvendo a combinação dos sítios e das densidades por meio do

teste qui-quadrado (Tabela 4), verificou-se uma diferença significativa entre os sítios ao nível de significância $\alpha = 0,01$. Os menores valores para este teste foram encontrados, na maioria das vezes, para a combinação do sítio I com o sítio II, o que pode ser visualmente verificado, visto que as curvas se apresentavam muito próximas em relação às outras combinações.

Conclusões

Após a realização deste trabalho pode-se concluir que:

Os fatores sítio e densidade tiveram influência significativa sobre a distribuição diamétrica em bracatingais nativos.

De forma geral, nos melhores sítios as curvas de distribuição diamétrica

Tabela 4. Valores do χ^2 calculado envolvendo a combinação das densidades iniciais testemunha, 2000 árv./ha, 4000 árv./ha e 8000 árv./ha nas idades 4,1 a 7,5 anos do sítio II para avaliação do fator densidade

4,1 anos						
	Test - 2000	Test - 4000	Test - 8000	2000 - 4000	2000 - 8000	4000 - 8000
χ^2	147778,7	10366,7	3027,2	914,6	1783,9	482,3
5,1 anos						
	Test - 2000	Test - 4000	Test - 8000	2000 - 4000	2000 - 8000	4000 - 8000
χ^2	8394,4	874,2	323,8	625,9	683,3	107,2
6,3 anos						
	Test - 2000	Test - 4000	Test - 8000	2000 - 4000	2000 - 8000	4000 - 8000
χ^2	19875,4	4987,5	2210,1	145,7	333,3	91,7
7,5 anos						
	Test - 2000	Test - 4000	Test - 8000	2000 - 4000	2000 - 8000	4000 - 8000
χ^2	4486,4	3333,1	698,0	249,8	267,1	495,5

apresentaram-se mais achatadas e assimétricas à direita.

O aumento da densidade ocasionou maior achatamento e assimetria à esquerda nas curvas de distribuição de freqüências diamétricas.

Os resultados gerados para as diferentes combinações de sítio e densidade em diferentes idades estão em conformidade com o desenvolvimento biológico esperado. O teste qui-quadrado utilizado para fazer a comparação entre as curvas de distribuição diamétrica mostrou que há diferenças significativas das mesmas para os efeitos dos fatores sítio e densidade.

Avaliando o fator sítio, constatou-se que o número de árvores por classe de diâmetro diminui nas classes menores e aumenta nas classes maiores, deslocando a curva de distribuição para a direita, à medida que aumenta os valores de índice de sítio. Ao mesmo tempo, ocorre um achatamento das curvas para o sítio mais produtivo.

Em relação ao fator densidade, à medida que esta aumenta, ocorre um acréscimo do número de árvores nas classes inferiores e um decréscimo nas classes superiores, deslocando a curva de distribuição para a esquerda. O achatamento vai aumentando da maior para a menor densidade.

Referências

- BARTOSZECK, A.C.P.S. *Evolução da distribuição diamétrica e da relação hipsométrica em função dos fatores idade, sítio e densidade inicial em bracingais da região metropolitana de Curitiba*. 2000. Curitiba: 214 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- BRANDI, R. M.; COUTO, L.; PAULANETO, F. Influência do espaçamento na sobrevivência, freqüência por classe de diâmetro e relação hipsométrica altura-diâmetro do *Eucalyptus urophylla*. *Revista Ceres*, 24(136): 617-627, 1977.

CLUTTER, J. L.; BENETT, F.A. A diameter distributions in old field slash pine plantations. *Georgia Forest Research Council Report*, (13): 1-9, 1965.

CRESPO, A.A. *Estatística fácil*. 16. ed. São Paulo: Saraiva. 1998. 207 p.

MACHADO, S.A.; OLIVEIRA, E.B. de; CARPANEZZI, A.A.; BARTOSZECK, A.C.P.S. Classificação de sítio para bracatingais na região metropolitana de Curitiba. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 35, p. 21-37. 1997.

PEREIRA, W.; TANAKA, O.K. *Estatística: conceitos básicos*. 2. ed. São Paulo: Makron Books. 1990. 371 p.

SCOLFORO J.R.S. *Sistema integrado para predição e análise presente e futura de crescimento e produção, com otimização de remuneração de capitais, para Pinus caribaea var. hondurensis*. 1990. 290 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

SPIEGEL, M. R. *Estatística*. São Paulo: Makron Books, 1993. 643 p.

TONON, A.E.N. *Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o crescimento e a produção de bracatingais da região metropolitana de Curitiba*. Curitiba: 1998. 209f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná.